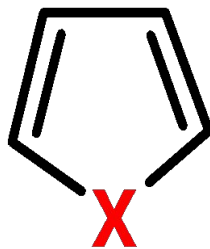
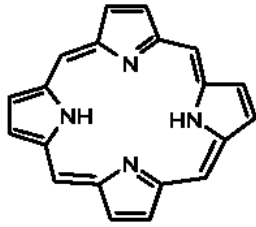


# Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом

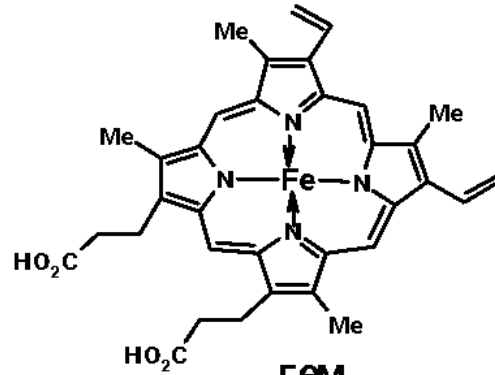


**X = NH - ПИРРОЛ, X=S - ТИОФЕН, X=O - ФУРАН**

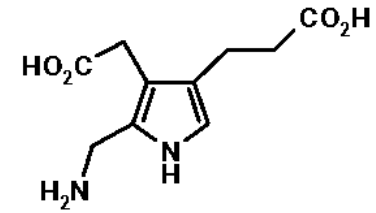


порфирин

I

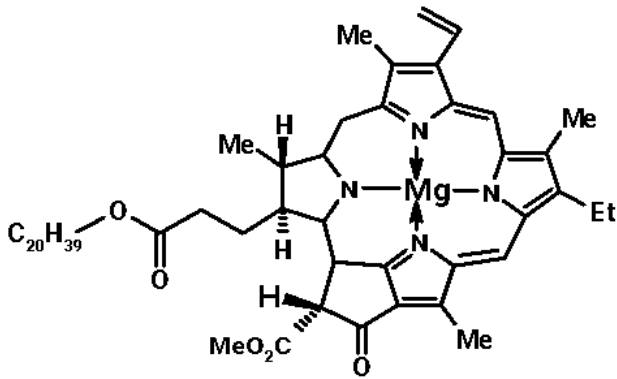


ГЕМ  
II



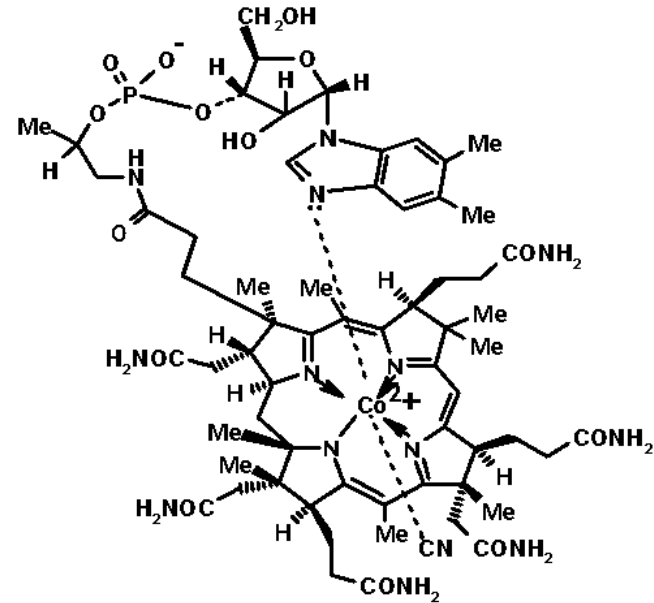
порфобилиноген

V



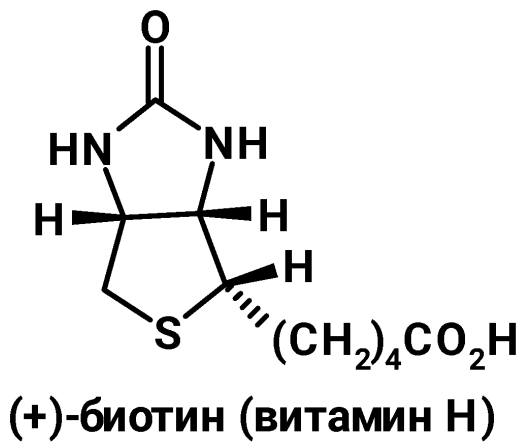
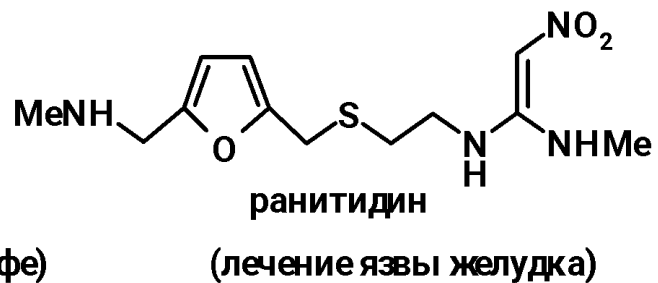
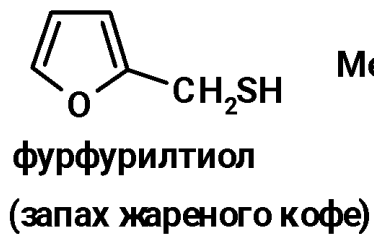
хлорофилл-а

III

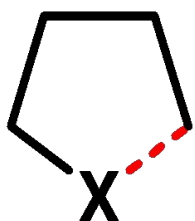


ВТИМИН В<sub>12</sub>

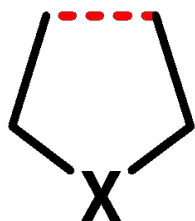
IV



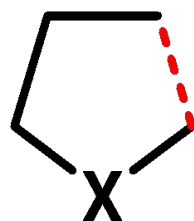
# Типы образования связей



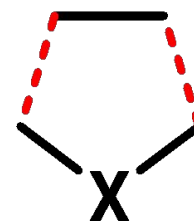
**C-X**



**C<sub>(3)</sub>-C<sub>(4)</sub>**



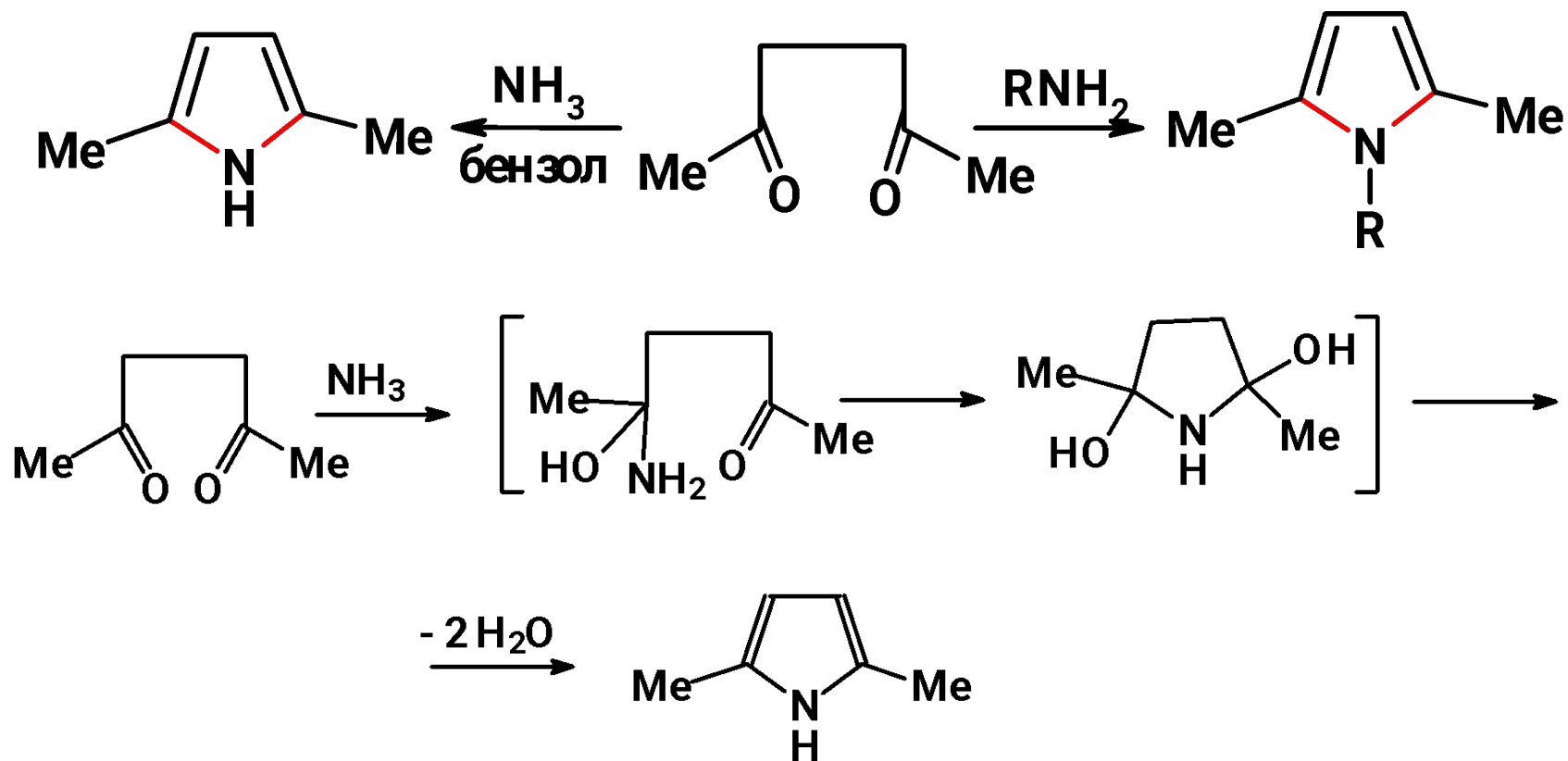
**C<sub>(2)</sub>-C<sub>(3)</sub>**

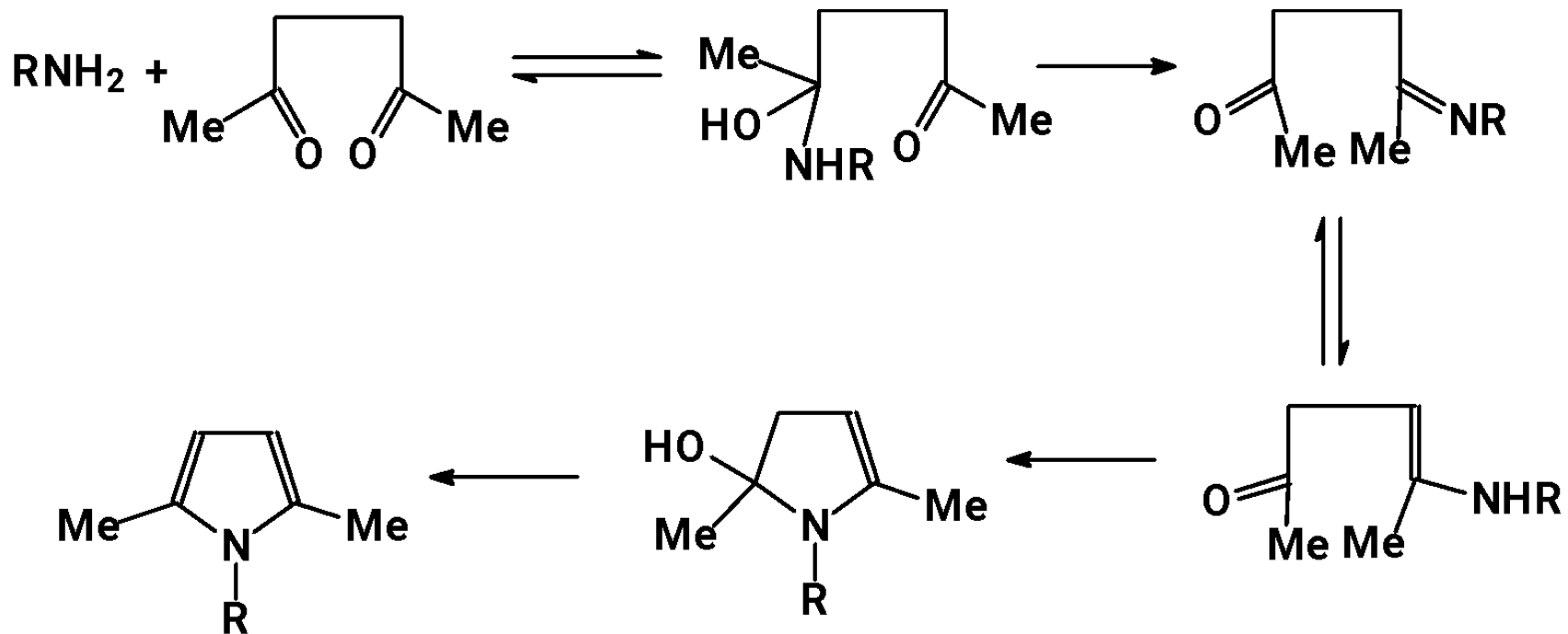


**C<sub>(2)</sub>-C<sub>(3)</sub> + C<sub>(4)</sub>-C<sub>(5)</sub>**

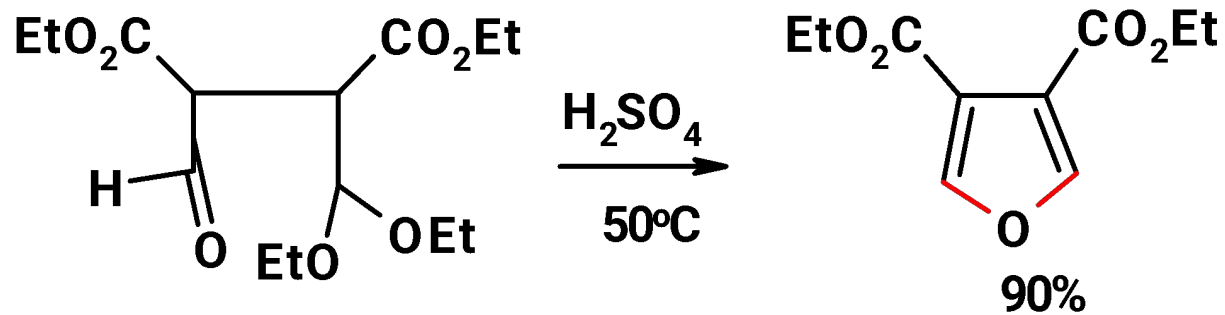
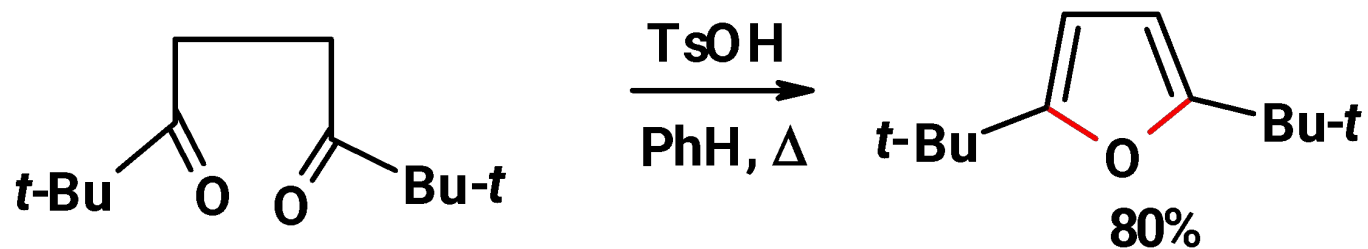
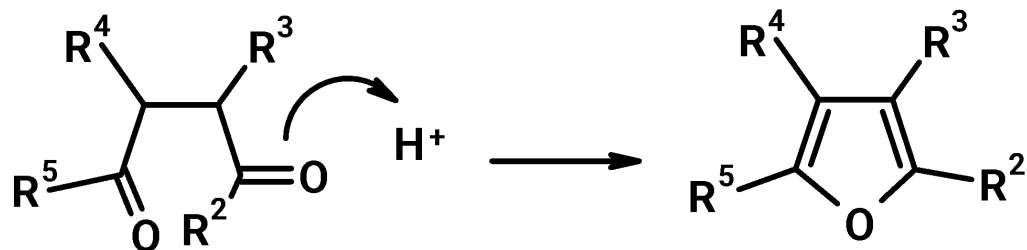
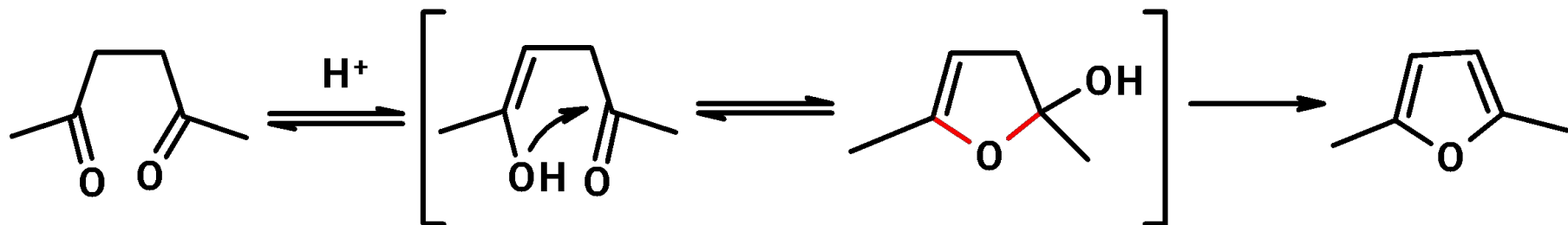
# Образование связи С-Х

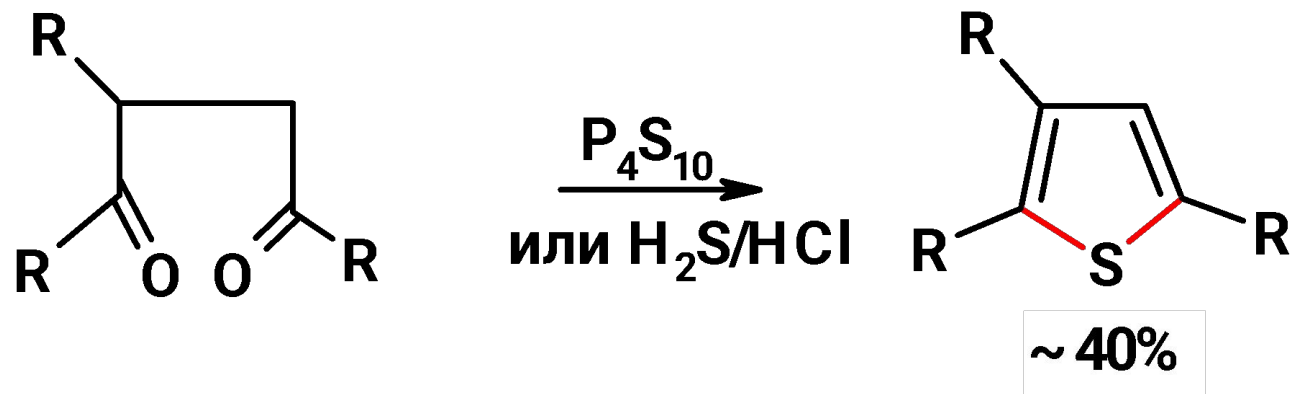
Из 1,4-дикарбонильных соединений (метод Паалы-Кнорра)



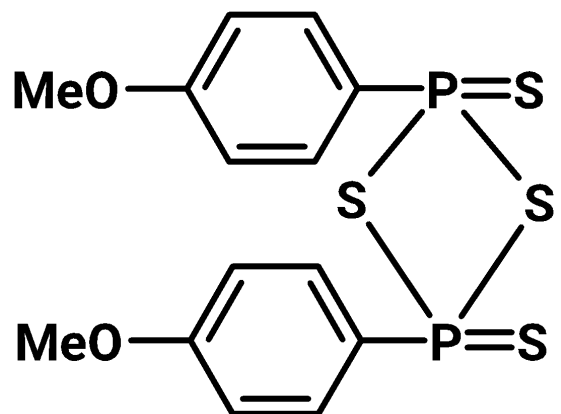


A.R.Katrizki, *Tetrahedron*, 43, 5171 (1987)



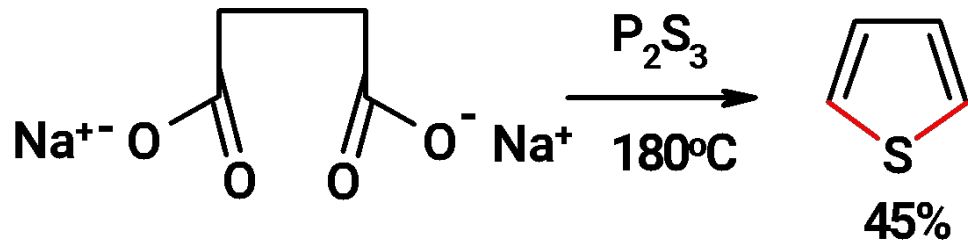
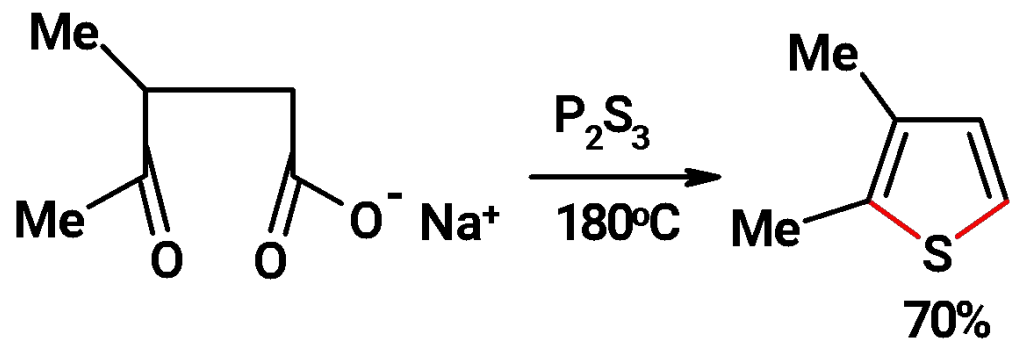
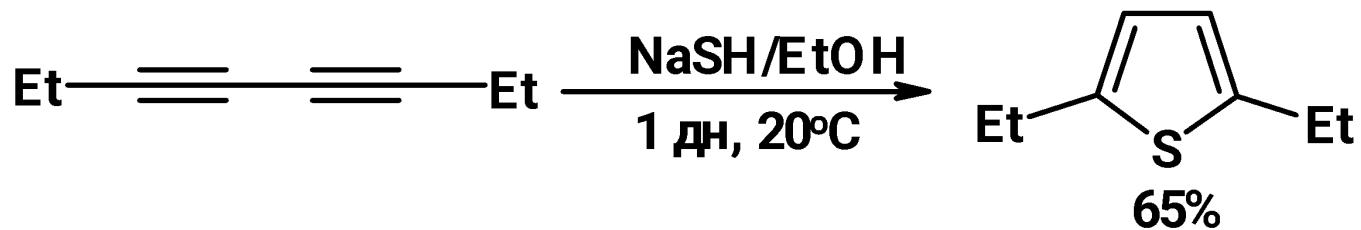


Реактив Лоуссона

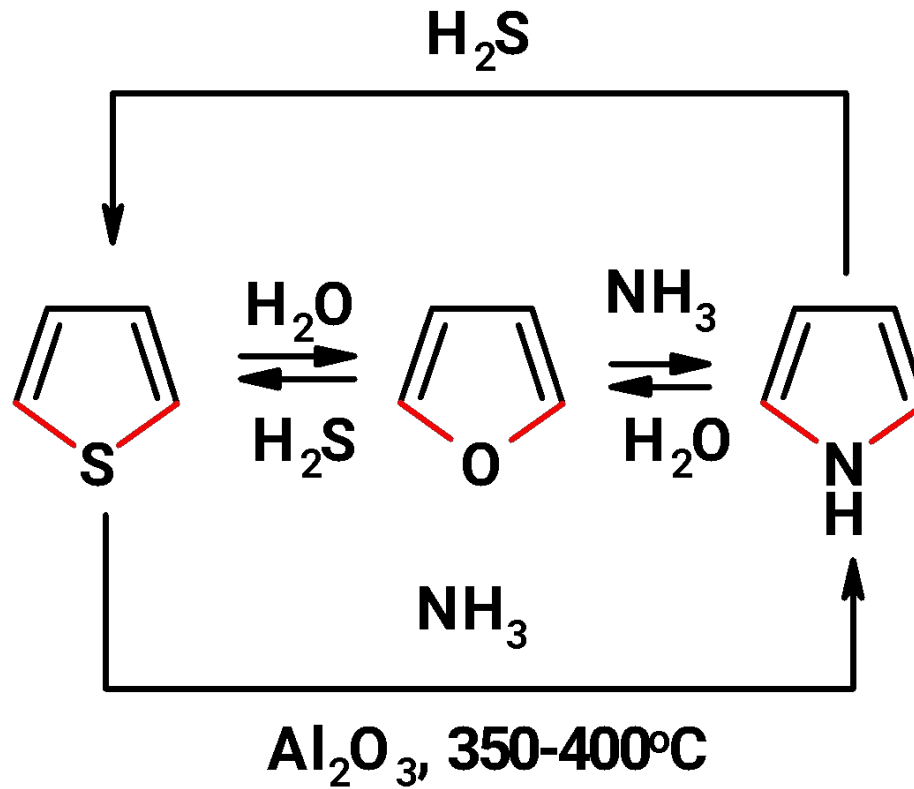


*Tetrahedron Lett.*, 41 (22), 5061 (1985)



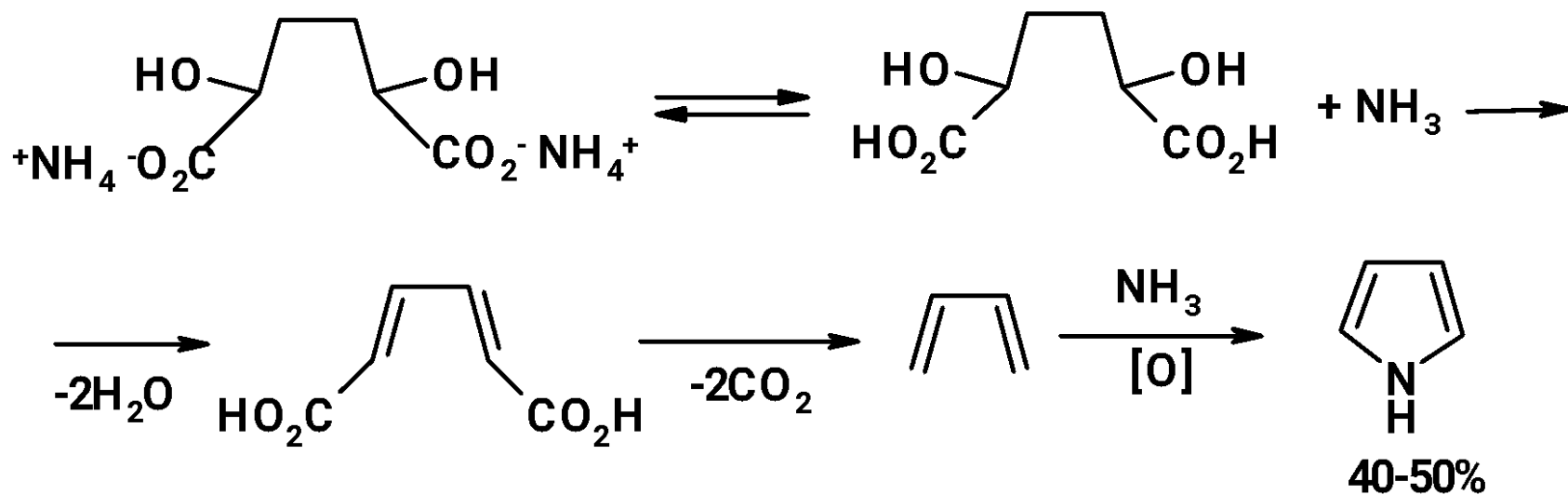


# Реакция Юрьева



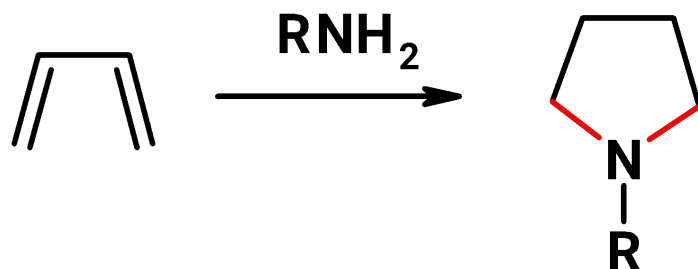
## Специфические методы образования связи C-X

Получение пиррола из аммонийной соли слизиевой кислоты

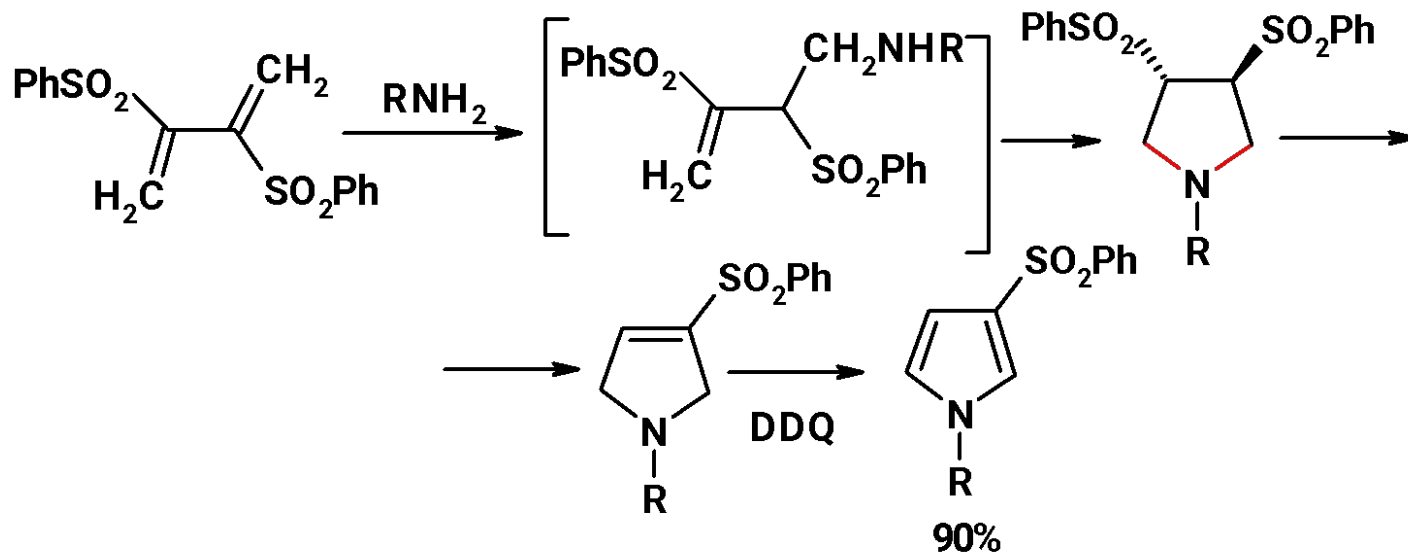


*Ber.*, 42, 2506 (1909)

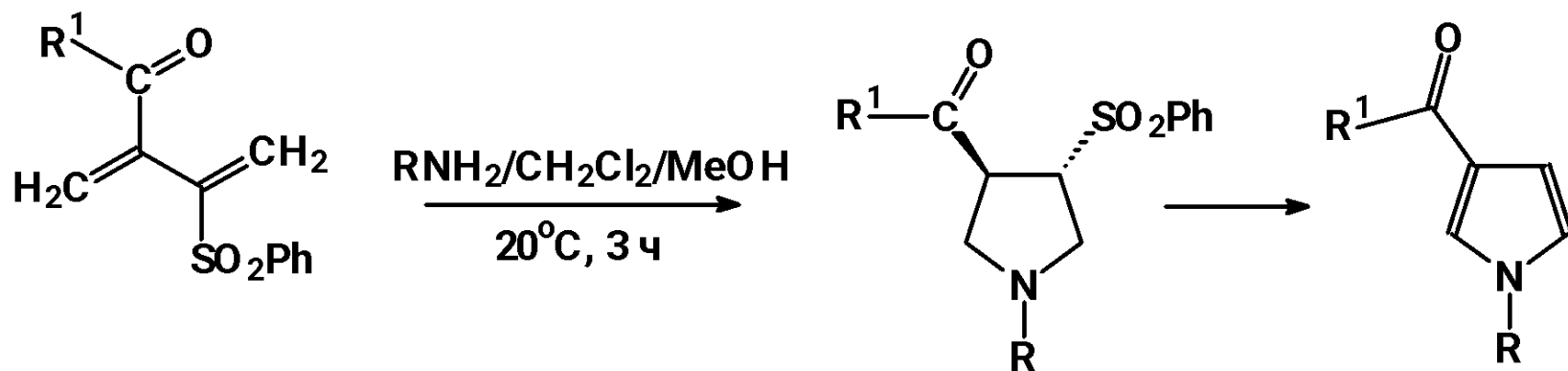
# [4+2]-Циклоприсоединение аминов к активированным бутадиенам



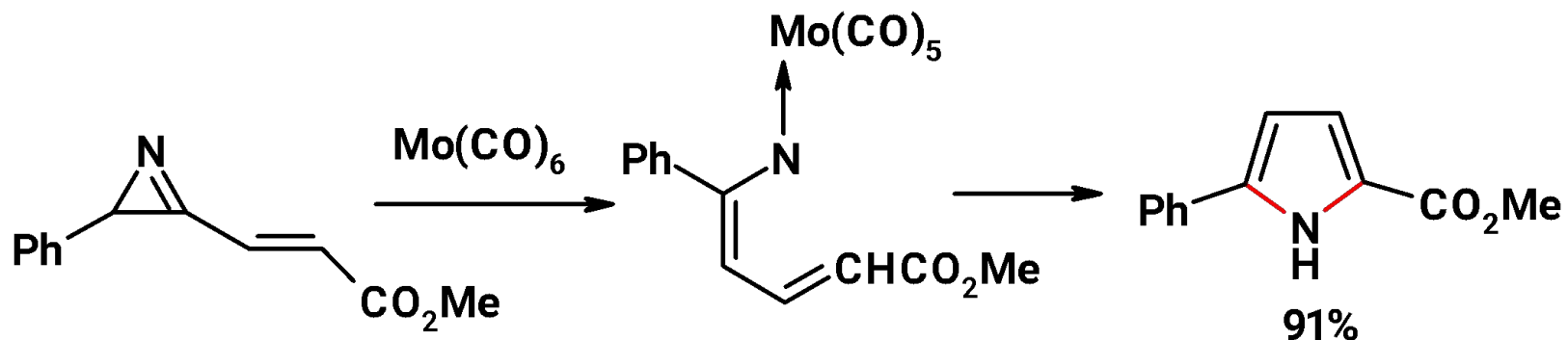
A. Padwa, B. H. Norman, *Tetrah. Lett.*, 29, 3041 (1988)



$\text{R} = \text{Bu}, \text{Bn}, \text{CH}_2\text{-o-C}_6\text{H}_3\text{Me}, \text{CH}_2(\text{CH}_2)_n\text{OH}, n=1-3$

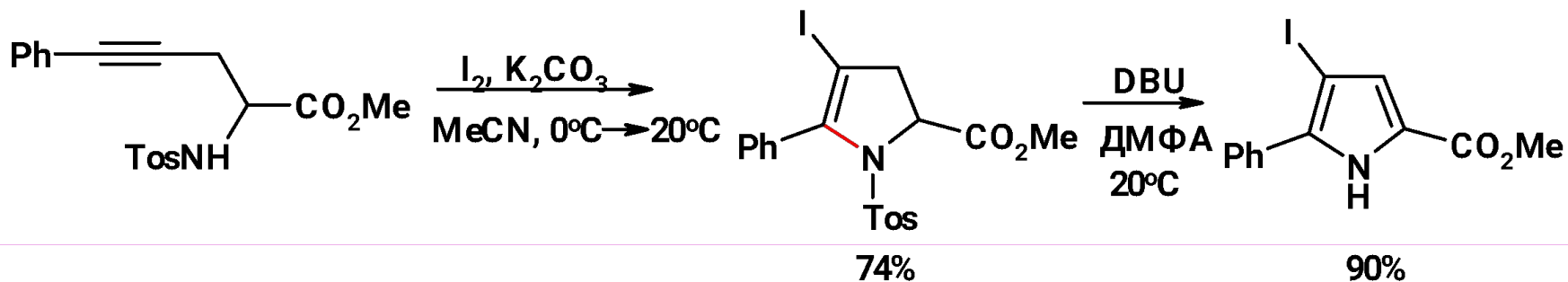


## Расширение азиридинового цикла

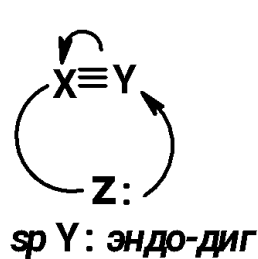
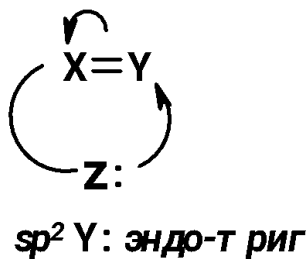
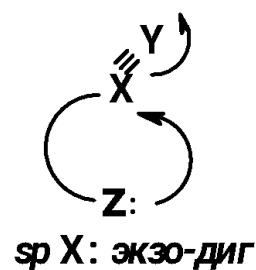
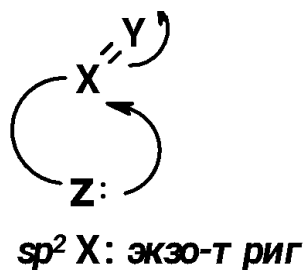
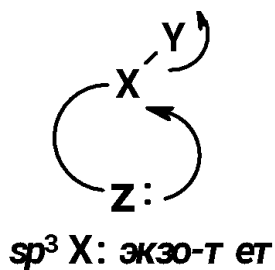
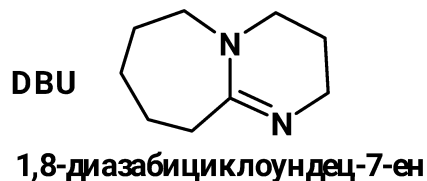


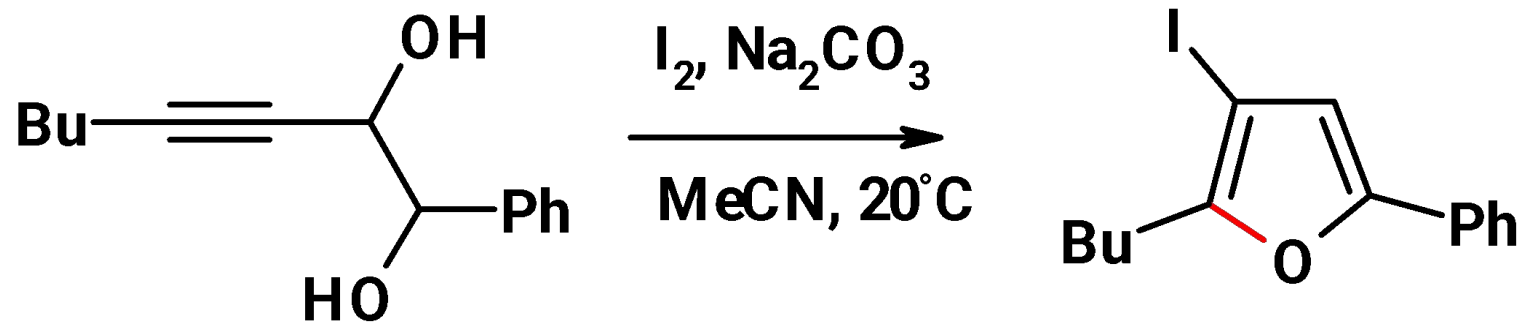
*Heterocycles*, 22, 859 (1984)

# Синтез пирролов из 4-аминоацетиленов и фуранов из алк-3-ин-1,2-диолов (5 эндо-диг-циклизация)



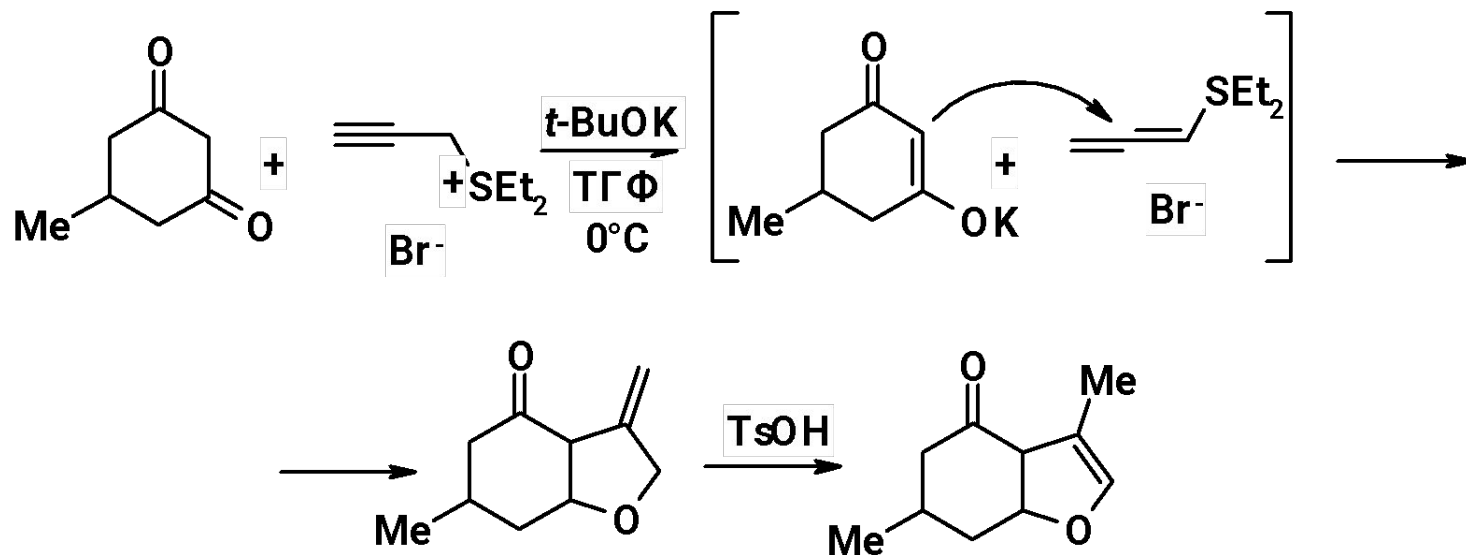
*Chem. Commun.*, 2207 (1998)





*J. Org. Chem.*, 62, 5327 (1997)

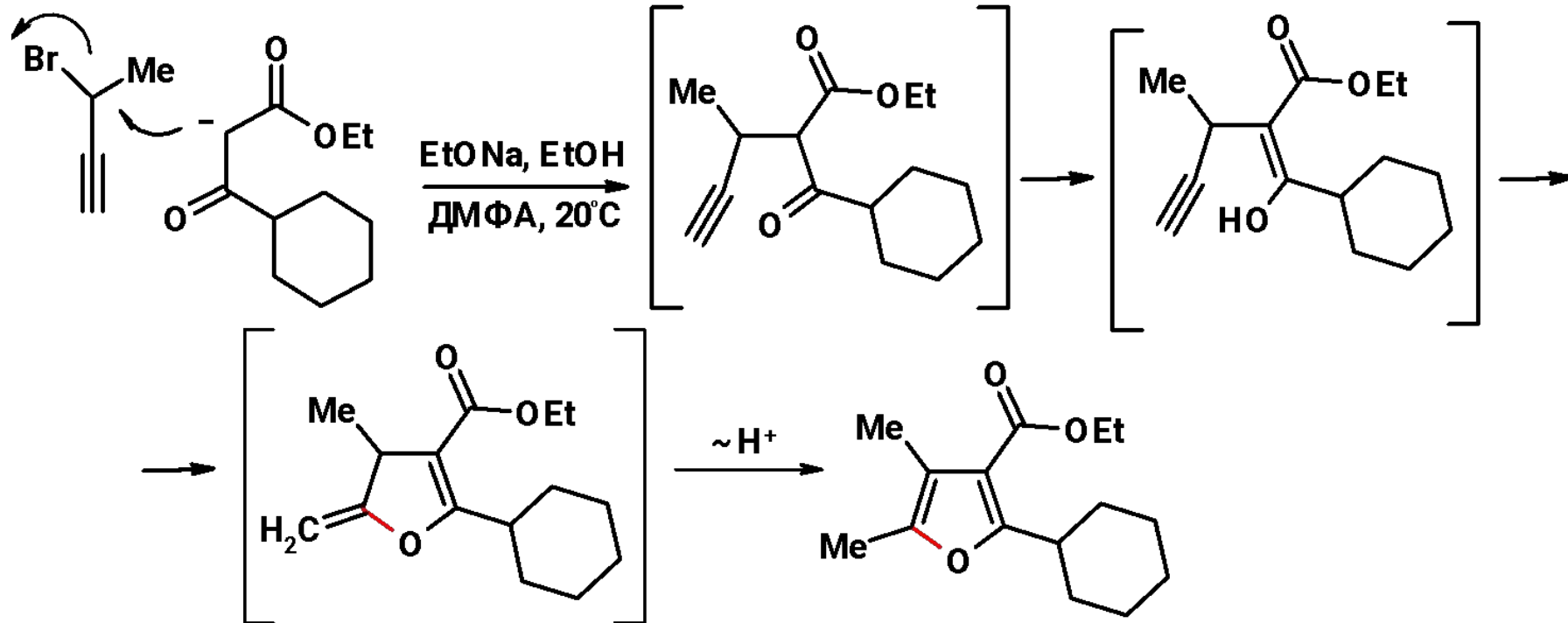
## Синтез фуранов из алкенилсульфониевых солей и 1,3-дикарбонильных соединений



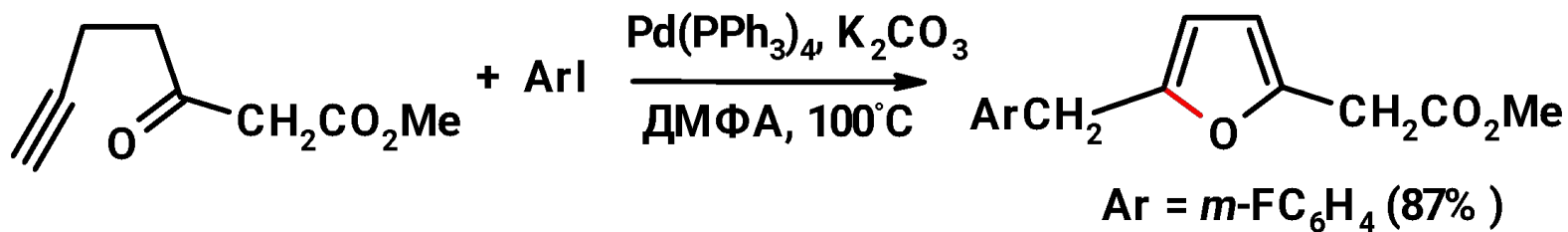
*J. Org. Chem.*, 59, 5970 (1994)



## Синтез фуранов из пентинонов

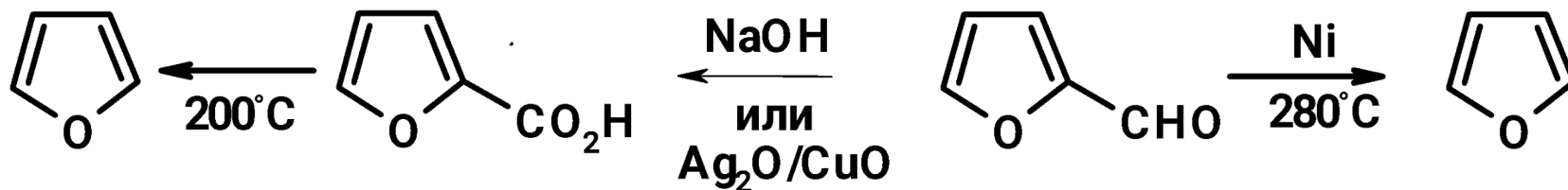
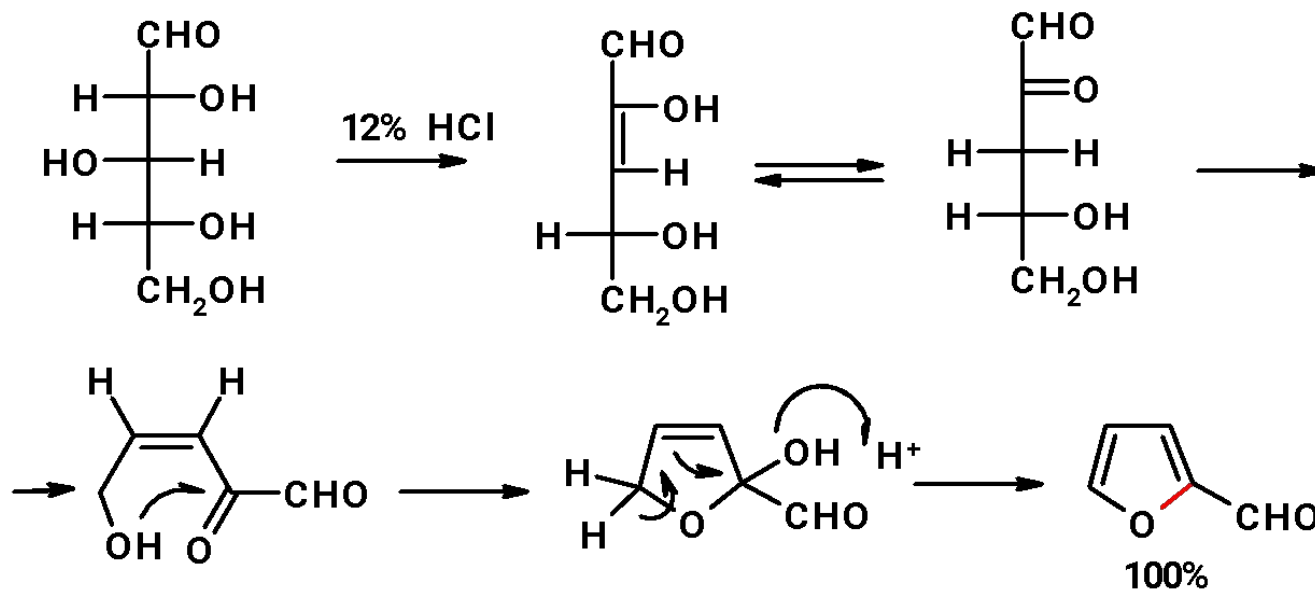


*Synthesis*, 581 (1974)

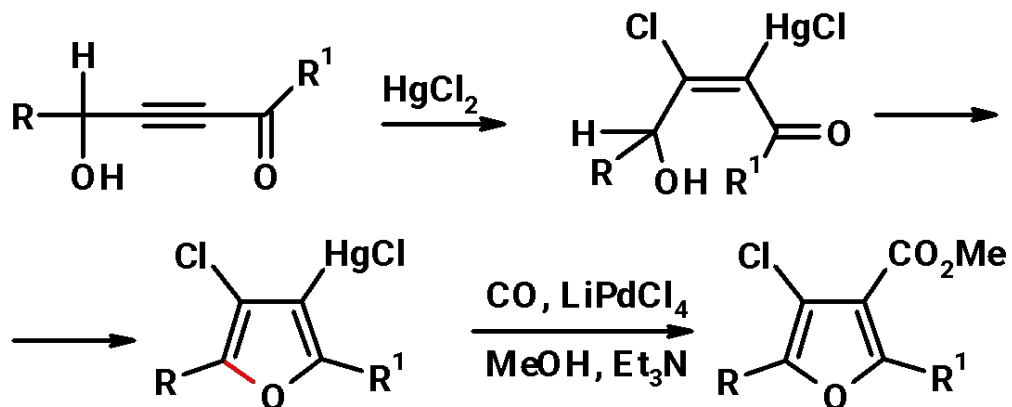


*J.Org.Chem.*, 62, 5327 (1997)

## Синтез фурана из фурфуrolа



## Синтез фуранов из меркурипроизводных ацилпропаргиловых спиртов



## Промышленные методы синтеза тиафена Heterocycles 18, 397 (1982)

